

Oefenopgaven met gecombineerde opdrachten

HAVO

uitwerkingen

Oefenopgaven met gecombineerde onderwerpen versie 21-02-2022

Dit onderdeel bevat allerlei vraagstukken die je ter voorbereiding op je examen kunt gebruiken.

De vraagstukken zijn niet onder te brengen bij één bepaald onderwerp, omdat in veel opgaven verschillende onderwerpen aan bod komen.

Om je een idee te geven welke onderwerpen in een bepaald vraagstuk aan de orde komen, zijn achter de naam van iedere opgaven nummers vermeld die je terugvindt in onderstaande lijst met hun aanduiding. Zo kun je eenvoudig nagaan welke onderwerpen in een vraag aan de orde komen.

Je kunt bij een gewenst vraagstuk komen door in de rubriek "Inhoud" (blz. 2) erop te klikken.

Wil je vanuit een vraagstuk terug naar de inhoud, dan kun je op de naam van elk vraagstuk klikken.

Gewoon scrollen gaat natuurlijk ook.

Nr. Onderwerpen

1 Stoffen en materialen

1.1 Deeltjes modellen

atomen, periodiek systeem, moleculen, ionen

1.2 Bindingen, structuren en eigenschappen

metaal-, ion-, atoom-, vanderwaals- (of molecuul)binding, waterstofbruggen, molecuul-, metaal-, ionrooster, oplosbaarheid, hydratatie, kristalwater, micro-, macroniveau

1.3 Scheidingsmethoden

destillatie, filtratie, extractie, adsorptie, chromatografie

1.4 Reacties van zouten

2 Rekenen in de chemie

2.1 Wet van behoud van massa, dichtheid, atoommassa, getal van Avogadro, mol molaire massa, molair volume, molariteit, concentratie

3 Energie, reactiesnelheid en evenwicht

3.1 Endotherme en exotherme reacties

3.2 Wet van behoud van energie, reactiewarmte, activeringsenergie, katalysator

3.3 Botsende deeltjesmodel

3.4 Reactiesnelheidsverloop tijdens reactie

3.5 Chemische evenwichten

dynamisch evenwicht, evenwichtsvoorwaarde, concentratiebreuk, evenwichtsconstante, beïnvloeding van chemische evenwichten

4 Zuren en basen

4.1 Zuren en basen in water

definities, sterke en zwakke zuren, sterke en zwakke basen

4.2 Zuur-basereacties

4.3 pH-berekeningen

4.4 Zuur-basetitraties

5 Redoxreacties

5.1 Reductoren, oxidatoren, redoxreacties

5.2 Elektrochemische cellen

5.3 Redoxitraties

6 Koolstof- of organische chemie

6.1 Koolwaterstoffen

(cyclo)alkanen, akenen, aromatische koolwaterstoffen

6.2 Andere koolstof- of organische verbindingen

halogenen, carbonzuren, alcoholen, aminen, aminozuren, esters

6.3 Systematische naamgeving

6.4 Reactietypen

substitutie, additie, zuur-basereacties, condensatie (ester-, amide- of peptidebinding), hydrolyse

6.5 Polymeren

polyalkenen, natuurrubber, polyesters, polyamiden -peptiden, polysacchariden, thermoplast, thermoharder, composieten

7 Chemie van het leven

7.1 Eiwitten, koolhydraten, vetten

8 Industriële processen

8.1 Duurzaamheid, energie-omzettingen, massa- en energiebalansen, veiligheid, blokschema's, legeringen

8.2 Groene chemie

cradle tot cradle, atomeconomie, rendement, E-factor

Inhoud

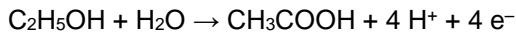
Wijnbederf (2.1, 4.3, 5.1) 2008-2	3
Lood (1.4, 5.1)	3
Raketbrandstof (1.4, 5.1)	4
Water, wijn, melk of bier? (1.4, 4.2, 4.3).....	4
Goudwinning (1.1, 1.3, 2.1, 3.3, 5.1, 8,1).....	5
Tanderosie (4.2, 4.3, 4.4)	6
Wegwerpaansteker (1.2, 2.1, 6.1, 6.5).....	8
Bier brouwen (1.2, 1.3, 6.2, 6.4, 7.1,	9
Bromaat in mineraalwater (2.1, 5.1	11
Microbrandstofcel (5.1, 5.2)	12

Wijnbederf (2.1, 4.3, 5.1) 2008-2

Een geopende fles wijn smaakt na een paar dagen zuur. Deze verzuring is het gevolg van de omzetting van alcohol (ethanol) tot azijnzuur (ethaanzuur) onder invloed van azijnzuurbacteriën. Deze bacteriën werken alleen in aanwezigheid van zuurstof.

Bij deze reactie is ethanol de reductor en zuurstof de oxidator.

De vergelijking van de halfreactie voor de reductor luidt als volgt:



- 1 Geef de halfreactie van de oxidator en leid met behulp van deze halfreactie en de bovenstaande halfreactie de vergelijking af van de totale redoxreactie.

halfreactie van oxidator: $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

halfreactie van reductor: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$

totale redoxreactie: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

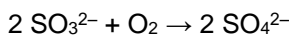
Van een fles wijn die een paar dagen heeft opengestaan, wordt de pH gemeten.

Deze blijkt 3,18 te zijn.

- 2 Bereken de $[\text{H}^+]$ in mol L⁻¹ in deze wijn. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

$\text{pH} = 3,18 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3,18} = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

Om de verzuring tegen te gaan wordt aan sommige wijnsoorten natriumsulfiet toegevoegd. Sulfiet reageert met zuurstof:



Hierdoor zijn de azijnzuurbacteriën niet in staat alcohol om te zetten tot azijnzuur.

Aan een bepaalde wijn wordt zoveel natriumsulfiet toegevoegd dat deze 200 mg SO₃²⁻ per liter bevat.

- 3 Bereken hoeveel mg zuurstof maximaal kan reageren met 200 mg SO₃²⁻.

Uit de RV volgt dat $1 \text{ mol SO}_3^{2-} \equiv \frac{1}{2} \text{ mol O}_2$

$200 \text{ mg SO}_3^{2-} \equiv \frac{200 \text{ mg}}{80,06 \text{ mg/mmol}} = 2,498 \text{ mmol SO}_3^{2-}$

$2,498 \text{ mmol SO}_3^{2-} \equiv \frac{1}{2} \times 2,498 = 1,249 \text{ mmol O}_2 \equiv 1,249 \text{ mmol} \times 32,00 \text{ mg/mmol} = 40,0 \text{ mg O}_2$

In Binas tabel 95 B2 is de ADI-waarde van 'sulfiet' vermeld als 'berekend als SO₂'. Bij deze berekening wordt één mol SO₃²⁻ gelijkgesteld aan één mol SO₂.

Een vrouw van 62 kg drinkt twee glazen wijn. Deze wijn bevat 200 mg SO₃²⁻ per liter

- 4 Ga door berekening na of in dit geval de ADI-waarde van sulfiet wordt overschreden. Ga er hierbij van uit dat een glas 120 mL wijn bevat en dat de vrouw, behalve de sulfiet uit de twee glazen wijn, geen 'sulfiet' binnenkrijgt.

De ADI-waarde voor sulfiet, berekend als SO₂ = 0,7 mg/kg lichaamsgewicht (Binas 95B2).

De vrouw krijgt $2 \times 120 \text{ mL} \times \frac{200 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = 48,00 \text{ mg SO}_3^{2-} \equiv \frac{48,00 \text{ mg}}{80,06 \text{ mg/mmol}} = 0,5955 \text{ mmol SO}_3^{2-} \equiv$

0,5955 mmol SO₂ per 62 kg

$0,5955 \text{ mmol SO}_2 \text{ per } 62 \text{ kg} \equiv \frac{0,5955 \text{ mmol} \times 64,06 \text{ mg/mmol}}{62 \text{ kg}} = 0,62 \text{ mg sulfiet/kg lichaamsgewicht}$.

Dit is minder dan de ADI-waarde.

Lood (1.4, 5.1)

Men gaat ervan uit dat lood met massagetal 206 (Pb-206) bij het ontstaan van de aarde niet voorkwam. Alle Pb-206 atomen die nu in de aardkorst voorkomen, zouden zijn ontstaan uit U-238. Daarbij is het aantal protonen en het aantal neutronen in de kern veranderd.

- 1 Hoeveel neutronen heeft een Pb-206 atoom minder dan een U-238 atoom? Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

Pb heeft atoomnummer 82, de kern bevat dus 82 protonen. Pb-206 heeft $206 - 82 = 124$ neutronen.

U heeft atoomnummer 92. de kern bevat dus 92 protonen. U-238 heeft $238 - 92 = 146$ neutronen. Pb-206 heeft dus $146 - 124 = 22$ neutronen minder dan U-238.

Lood komt in de aardkorst alleen voor in verbindingen. In deze verbindingen kunnen Pb^{2+} en Pb^{4+} ionen voorkomen. De loodverbinding die het meest voorkomt, wordt *galena* (loodglans) genoemd en heeft de formule PbS .

- 2 Geef de scheikundige naam van PbS . Geef hierbij de lading van het loodion aan met een Romeinse cijfer.

Lood(II)sulfide

Een andere loodverbinding die in de aardkorst voorkomt, is *pyromorfiet*. Deze verbinding kan worden weergegeven met de verhoudingsformule $Pb_5Cl(PO_4)_3$. In deze verbinding komen loodionen uitsluitend als Pb^{2+} ionen voor. Pyromorfiet kan worden opgevat als een mengsel van twee loodzouten. Uit de formule van pyromorfiet is af te leiden in welke molverhouding ze voorkomen.

- 3 Geef de formules van de twee loodzouten waaruit pyromorfiet bestaat en geef aan in welke molverhouding ze voorkomen. Noteer je antwoord als volgt:

formule zout 1:

formule zout 2:

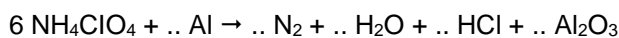
molverhouding zout 1 : zout 2 =

$Pb_5Cl(PO_4)_3$ bevat als negatieve ionen Cl^- en PO_4^{3-} . Lood(II)chloride bevat twee Cl^- ionen dus de (verhoudings)formule moet tenminste verdubbeld worden tot $Pb_{10}Cl_2(PO_4)_3$.

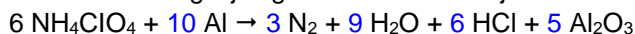
formule zout 1: $PbCl_2$, formule zout 2: $Pb_3(PO_4)_2$. Naast $PbCl_2$ bevat pyromorfiet $Pb_3(PO_4)_6$, ook te schrijven als $3 Pb_3(PO_4)_2$. molverhouding zout 1 : zout 2 = 1 : 3

Raketbrandstof (1.4, 5.1)

Een mengsel van het zout ammoniumperchloraat en het metaal aluminium wordt bij de lancering van de Space Shuttle gebruikt in de voortstuwingsraketten. Hieronder is de vergelijking van de reactie die tijdens het opstijgen optreedt, gedeeltelijk weergegeven. De meeste coëfficiënten ontbreken.



- 1 Neem deze vergelijking over en zet er de juiste coëfficiënten in.



- 2 Leg uit, aan de hand van ladingen van deeltjes die bij deze reactie veranderen, dat dit een redoxreactie is.

Voor de pijl komen Al atomen zonder lading voor; na de pijl is het zout Al_2O_3 aanwezig dat Al^{3+} -ionen bevat. Aluminium heeft dus elektronen afgestaan.

Deze reactie kan gebruikt worden voor de voortstuwing van raketten, onder andere omdat tijdens de reactie een enorme volumetoename plaatsvindt.

- 3 Leg uit dat bij deze reactie het volume van de reactieproducten veel groter is dan het volume van de beginstoffen.

De beginstoffen NH_4ClO_4 en Al zijn vaste stoffen. De reactieproducten N_2 , HCl en ook H_2O (bij hoge temperatuur) zijn gasvormig. Het volume van een (heet) gas is veel groter dan van een zelfde hoeveelheid vaste stof.

Water, wijn, melk of bier? (1.4, 4.2, 4.3)

Wanneer je goedgekozen oplossingen bij elkaar voegt, is het mogelijk om verrassende effecten te verkrijgen. Hieronder is een voorschrift weergegeven voor een goocheltruc die daarvan gebruik maakt.

Titel: **Wilt u water, wijn, melk of bier?**

Benodigdheden: Vier bekeerglazen van 200 mL
In bekeerglas A: 40 mL 20% natriumcarbonaatoplossing en 10 mL verzadigde natriumwaterstofcarbonaatoplossing en 100 mL water
In bekeerglas B: 5 druppels fenolftaleïne
In bekeerglas C: 25 mL verzadigde bariumchloride-oplossing

In bekeerglas D: 5 druppels broomthymolblauw en 7 mL 8 M zoutzuur
Uitvoering: Giet de inhoud van bekeerglas A ('water') in bekeerglas B. Hierbij ontstaat een paarsrode vloeistof ('wijn'). Giet vervolgens de 'wijn' in bekeerglas C er ontstaat een witte suspensie ('melk'). Schenk tenslotte de 'melk' in bekeerglas D. Dan ontstaat een schuimende gele vloeistof ('bier').

Door de inhoud van bekeerglas A in bekeerglas B te gieten, ontstaat 'wijn'.

- 1 Beredeneer hoe hoog de pH van deze 'wijn' minimaal is.
De indicator fenoltaleien is paarsrood bij een pH > 10,0. Om op wijn te lijken, moet de vloeistof dus een pH > 10,0 hebben.
De 'melk' die in bekeerglas C ontstaat, is een suspensie van bariumcarbonaat.
- 2 Geef de vergelijking van de reactie waarbij in bekeerglas C de suspensie ontstaat.
$$\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3$$
- 3 Geef de $[\text{H}^+]$ in mol L⁻¹ en de pH van het zoutzuur dat in bekeerglas D aan broomthymolblauw wordt toegevoegd.
Noteer je antwoord als volgt:
 $[\text{H}^+]: \dots 8 \text{ mol/L}$
 $\text{pH}: \dots -\log 8 = -0,9$
Bij het uitschenken van de 'melk' uit bekeerglas C in bekeerglas D treedt een zuur-basereactie op. Bij deze proef is óf bariumcarbonaat óf zoutzuur in overmaat aanwezig.
- 4 Welke van deze stoffen is bij de proef in overmaat aanwezig? Geef een verklaring voor je antwoord aan de hand van de kleur van het ontstane 'bier' in bekeerglas D.
De kleur van het "bier" in bekeerglas D is geel. Die kleur is afkomstig van de indicator broomthymolblauw. Dit is het geval als pH < 6,0 (Binas 52); de oplossing is zwak zuur.
- 5 Geef de naam van het gas dat het schuimen in bekeerglas D veroorzaakt.
Bij de reactie van een carbonaat met een zuur ontstaat altijd koolstofdioxide, CO₂.
In verband met de veiligheid en/of het milieu is het bij sommige proeven noodzakelijk om te wijzen op de risico's die het gebruik van de stoffen en oplossingen met zich meebrengt.
- 6 Noem twee stoffen (oplossingen) die bij deze goocheltruc worden gebruikt, waarvan het gebruik risikant is. Beschrijf voor elk van de genoemde stoffen (oplossingen) welk risico het gebruik ervan met zich meebrengt.
Mogelijke antwoorden zijn (Binas 97A):
 - Bariumchloride is giftig bij inwendig gebruik en gevaarlijk voor huis en ogen.
 - Natriumcarbonaat is giftig bij inwendig gebruik en gevaarlijk voor huis en ogen.
 - Zoutzuur is giftig bij inwendig gebruik, gevaarlijk voor huid en ogen en bijtend.
 - Het gevormde "bier" bevat bariumionen en is giftig als je het opdrinkt.

Goudwinning (1.1, 1.3, 2.1, 3.3, 5.1, 8,1)

Het metaal goud komt in de natuur meestal voor in gouderts. Hierin zitten korreltjes goud vast aan gesteente. Bij de winning van goud uit gouderts maakt men gebruik van een oplossing van natriumcyanide (NaCN). In deze oplossing zijn Na⁺ ionen en CN⁻ ionen aanwezig.

Het gesteente met de daaraan vastzittende korreltjes goud wordt fijngemalen en toegevoegd aan een overmaat natriumcyanide-oplossing. Door het ontstane mengsel wordt lucht geleid zodat een reactie optreedt waarbij Au(CN)₂⁻ ionen worden gevormd.

Men kan zich voorstellen dat een Au(CN)₂⁻ ion is opgebouwd uit een goudion en twee cyanide-ionen.

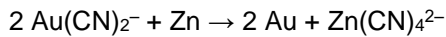
- 1 Leid af wat de lading is van het goudion in een Au(CN)₂⁻ ion.
De 2 CN⁻ ionen geven een lading 2- Er blijft een lading 1- over. De lading van het goudion is dus 1+.
De tijd die nodig is om alle goud te laten reageren, hangt af van de korrelgrootte van het fijngemalen goudbevattende gesteente.
- 2 Leg uit of het met kleine korreltjes korter of langer duurt om (bij dezelfde temperatuur) dezelfde hoeveelheid goud te laten reageren dan met grotere korreltjes.

Met kleine korreltjes duurt het korter, omdat het oppervlak groter is, zodat de reagerende stoffen elkaar beter bereiken.

Het gesteente, dat niet opgelost is, wordt gescheiden van de ontstane oplossing.

- 3 Welke scheidingsmethode is hiervoor geschikt?
Filtratie of filtreren of bezinken (+ afschenken) of centrifugeren (+ afschenken)

Aan de verkregen oplossing wordt een overmaat zinkpoeder toegevoegd. Dan vindt de volgende reactie plaats:



- 4 Bereken hoeveel kg zink volgens deze reactie heeft gereageerd voor de vorming van 10 kg goud.

Uit de RV volgt dat 1 mol Au \equiv $\frac{1}{2}$ mol Zn

$$10 \text{ kg Au} \equiv \frac{10 \text{ kg}}{197,0 \text{ kg/kmol}} = 5,076 \cdot 10^{-2} \text{ kmol Au}$$

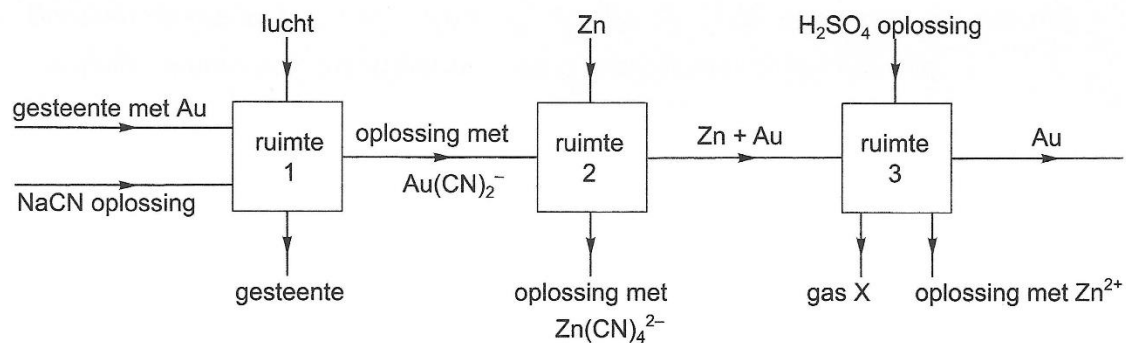
$$5,076 \cdot 10^{-2} \text{ kmol Au} \equiv \frac{1}{2} \times 5,076 \cdot 10^{-2} \text{ kmol Zn} = 2,538 \cdot 10^{-2} \text{ kmol Zn}$$

$$2,538 \cdot 10^{-2} \text{ kmol Zn} \equiv 2,538 \cdot 10^{-2} \text{ kmol } 65,38 \text{ kg/kmol} = 1,7 \text{ kg zink nodig}$$

Vervolgens wordt het mengsel van goud en het overgebleven zink gescheiden van de oplossing. Om het zink te verwijderen uit het mengsel van goud en zink wordt een overmaat verdund zwavelzuur toegevoegd. De zwavelzuuroplossing reageert niet met goud maar wel met zink. Bij deze reactie ontstaat onder andere een gas. Als laatste stap in het goudwinningsproces wordt het goud gescheiden van de ontstane oplossing.

Het in deze opgave beschreven goudwinningsproces kan met het volgende vereenvoudigde blokschema worden weergegeven.

blokschema



In elke ruimte vindt een reactie plaats en wordt een scheiding uitgevoerd.

- 5 Leg uit welk gas ontstaat bij de reactie in ruimte 3.
Er ontstaat waterstofgas bij de (redox)reactie van zink met H* (uit zwavelzuur).

Vanwege de giftigheid van cyaniden wordt de beschreven goudwinning kritisch bekeken door milieurorganisaties. Ook de bedrijven die deze goudwinning toepassen, besteden aandacht aan veiligheids- en milieumaatregelen. Met name de cyanideionen die in dit proces in overmaat worden gebruikt, staan daarbij in de belangstelling. Deze cyanide-ionen bevinden zich voornamelijk in één van de afvalstromen die in het blokschema zijn weergegeven.

- 6 Leid af uit welke ruimte de afvalstroom komt die de overmaat cyanide-ionen bevat.
Uit ruimte 1 wordt alleen vast gesteente afgevoerd, de vloeistof gaat naar ruimte 2. Uit ruimte 2 gaat alleen Zn + Au naar ruimte 3; de afvalstroom/oplossing die 2 verlaat, bevat dus de overmaat cyanide-ionen.

Tanderosie (4.2, 4.3, 4.4)

In een artikel wordt genoemd dat tandglazuur oplost door zure voeding. Dit verschijnsel is in feite een reactie tussen een zuur bevattende frisdrank en hydroxyapatiet, het hoofdbestanddeel van tandglazuur. Hydroxyapatiet is een zout met formule $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.

- 1 Geef de formule van een soort deeltjes in hydroxyapatiet die reageert met het zuur in cola.
Basische deeltjes zijn: OH⁻ of PO₄³⁻

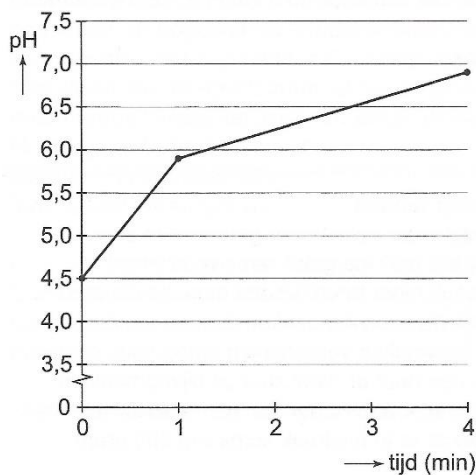
In een tweede artikel over tanderosie staat dat koolzuurhoudend mineraalwater en citroen-ijsthee ongeveer dezelfde pH (ca. 3,9) hebben.

Consumptie van koolzuurhoudend mineraalwater leidt nauwelijks tot tanderosie. Consumptie van dezelfde hoeveelheden citroen-ijsthee leidt op den duur wel tot tanderosie. Een oorzaak is dat het pH-herstel van het speeksel na consumptie van citroen-ijsthee langer duurt dan na consumptie van koolzuurhoudend mineraalwater.

Met pH-herstel wordt het stijgen van de pH van de mondvloeistof bedoeld. Uiteindelijk bereikt de pH weer de oorspronkelijke waarde van 7,2. Het onderzoek naar pH-herstel wordt als volgt uitgevoerd. Een aantal proefpersonen spoelt gedurende één minuut de mond met 5 mL van een bepaalde (fris)drank. Nadat de mond is leeg gespuugd, wordt de pH van de uitgespuugde mondvloeistof gemeten ($t = 0$ min). Na één minuut en na vier minuten wordt de mondvloeistof opnieuw uitgespuugd en wordt de pH hiervan gemeten.

In diagram 1 is het resultaat van het onderzoek met citroen-ijsthee weergegeven.

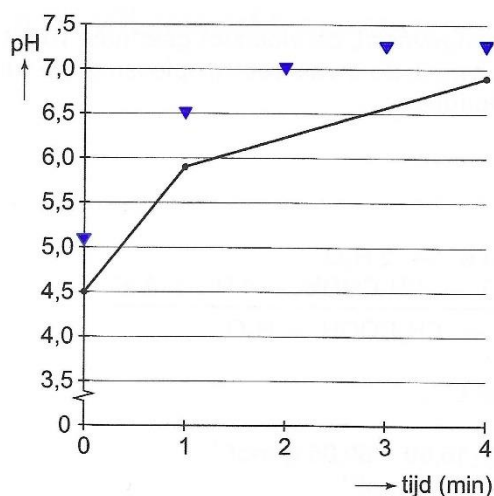
diagram 1



In het artikel stonden geen gegevens over het pH-herstel bij koolzuurhoudend mineraalwater. Reden voor Jaap om hetzelfde onderzoek met koolzuurhoudend mineraalwater gaat doen. Hij besluit om niet alleen na één en vier minuten maar ook na twee en drie minuten de pH van de uitgespuugde mondvloeistof te meten. Uit zijn onderzoek blijkt dat het pH-herstel sneller verloopt dan bij citroen-ijsthee:

- op $t = 0$ min is het pH-herstel al groter dan bij citroen-ijsthee;
- de laatste minuut is geen pH-herstel meer te meten.

- 2 Geef in diagram 1 met ▼ de pH-waarden weer bij 0, 1, 2, 3 en 4 minuten die in overeenstemming zijn met de (meet)resultaten van Jaap.



Jaap twijfelt aan de bewering in het artikel dat er soms wel 300 gram citroenzuur per liter frisdrank aanwezig is. Op school onderzoekt hij de concentratie citroenzuur in een up-drink. Hij brengt 25,0 mL van deze drank in een erlenmeyer en verwarmt de inhoud enige tijd om alle opgeloste koolstofdioxide

te verwijderen. Na afkoelen van de vloeistof moet hij 23,3 mL 0,0500 M natronloog toevoegen om alle citroenzuur te laten reageren.

- 3 Bereken het aantal gram citroenzuur per liter in de onderzochte up-drink. Neem aan dat de citroenzuurmoleculen en de toegevoegde OH⁻ ionen reageren in de molverhouding 1 : 3 en dat natronloog alleen met citroenzuur reageert. De molaire massa van citroenzuur bedraagt 192,1 g mol⁻¹.

Getitreerd 23,3 mL x 0,0500 mmol/mL = 1,165 mmol OH⁻

Uit de molverhouding volgt dat 1 mol OH⁻ ≡ 1/3 mol citroenzuur

1,165 mmol OH⁻ ≡ 1/3 x 1,165 mmol zuur = 3,883 · 10⁻¹ mmol zuur/25,0 mL drank =

= 1,553 · 10⁻² mmol/mL = 1,553 · 10⁻² mol/L = 1,553 · 10⁻² mol/L x 192,1 g/mol = 2,98 g citroenzuur/L i.p.v. 300 g/L. Waarschijnlijk werd 3,00 g/L bedoeld.

Wegwerpaansteker (1.2, 2.1, 6.1, 6.5)

Een van de onderdelen van een wegwerpaansteker is een plastic vaatje met daarin een vloeibaar gemaakt gas. Het gas is brandbaar en kan worden aangestoken met een vonkje. Het vonkje ontstaat wanneer een ruw metaal wieltje langs een zogenoemd vuursteentje gaat.

André en Robbert hebben de wegwerpaansteker gekozen als onderwerp voor hun profielwerkstuk.

Daarbij hebben ze de volgende onderzoeksvragen genoteerd:

- I Is het plastic waarvan het vaatje gemaakt is, een thermoplast of een thermoharder?
- II Uit welke stof of stoffen bestaat het vloeibaar gemaakte gas?
- III Uit welke stof of stoffen bestaat het vuursteentje?
- IV Hoeveel energie komt vrij wanneer je met de aansteker een vlammetje maakt om een kaars aan te steken?

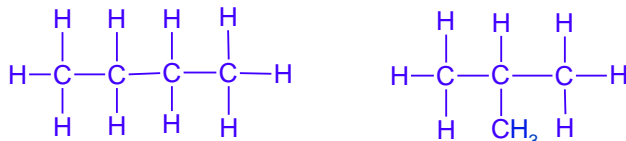
André en Robbert beginnen met het lezen van de informatie op de verpakking van de wegwerpaansteker. Er staat onder andere 'niet aan temperaturen boven 50 °C blootstellen'. Daarom vermoeden ze dat het plastic waarvan het vaatje gemaakt is, een thermoplast is. Om dit te onderzoeken, nemen ze een stukje plastic waarvan het vaatje is gemaakt en brengen dit in water met een temperatuur van 60 °C. Het plastic blijkt niet zacht te worden.

- 1 Kan uit deze waarneming de conclusie worden getrokken dat het onderzochte plastic een thermoharder is? Motiveer je antwoord.

Nee, het kan zijn dat het plastic pas zacht wordt bij een hogere temperatuur dan 60 °C.

Om achter de samenstelling van het vloeibaar gemaakte gas te komen, maken André en Robbert gebruik van internet. Op de site van een fabrikant vinden ze dat de vulling van wegwerpaanstekers meestal bestaat uit butaan. 'Een mengsel van het I- en het N-type', staat er. Hiermee worden iso-butaan en normaal-butaan bedoeld, de twee isomeren met molecuulformule C₄H₁₀.

- 2 Geef de structuurformules van de twee isomeren met molecuulformule C₄H₁₀.



Ze gaan op zoek naar informatie over de samenstelling van een vuursteentje André vindt dat vuursteentjes die vonken geven als je ze tegen elkaar slaat voornamelijk uit silica bestaan. Hij vindt ook informatie over een aantal eigenschappen van silica.

Volgens de informatie die Robbert vindt, bestaat een vuursteentje uit zogenoemd mischmetaal: een legering die voornamelijk bestaat uit de metalen cerium en lanthaan.

Na overleg over de informatie die ze hebben gevonden, willen ze gaan onderzoeken of een vuursteentje elektrische stroom geleidt. Ze bespreken dit idee met hun docent Deze zegt: 'Als je ervan uitgaat dat een vuursteentje óf van silica óf van mischmetaal is dan is jullie onderzoek naar stroomgeleiding inderdaad geschikt om vast te stellen uit welke stof het vuursteentje bestaat.'

Leg uit welke informatie over silica André kan hebben gevonden, waardoor onderzoek naar elektrische geleiding geschikt is om vast te stellen of een vuursteentje uit silica of mischmetaal bestaat.

Noteer je antwoord als volgt:

informatie over silica: ... geleidt de elektrische stroom niet (silica bestaat uit siliciumdioxide: Binas 66A)

uitleg: ... mischmetaal is een mengsel van metalen dat wel stroom geleidt.

André en Robbert kopen een paar vuursteentjes. Voor hun onderzoek bouwen ze een opstelling waarmee ze kunnen nagaan of het vuursteentje elektrische stroom geleidt.

Wanneer het vuursteentje wordt opgenomen in een stroomkring blijkt het de elektrische stroom niet te geleiden. Nu denken André en Robbert te weten uit welke stof een vuursteentje bestaat. Hun docent vindt echter dat ze het vuursteentje een bepaalde behandeling hadden moeten geven voordat ze hun onderzoek naar stroomgeleiding uitvoerden.

Robbert herinnert zich dat in de informatie over het mischmetaal ook was vermeld dat cerium en lanthaan allebei gemakkelijk reageren met zuurstof uit de lucht, waarbij cerium(IV)oxide en lanthaan(III)oxide ontstaan. Een stukje mischmetaal is daarom vrijwel altijd bedekt met een laagje van deze oxiden.

- 3 Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van lanthaan(III)oxide uit lanthaan en zuurstof.
 $4 \text{La} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{La}_2\text{O}_3$
- 4 Geef aan wat André en Robbert met het vuursteentje hadden moeten doen voordat ze het geleidingsvermogen onderzochten.

Een juist antwoord kan zijn:

- de oxidelaag wegschuren
- met een zuur behandelen (dat met de oxidelaag reageert)
- de oxidelaag verwijderen

Voor de beantwoording van de laatste deelvraag wegen André en Robbert een aansteker en maken er 40 keer een vlammetje mee. Daarna wegen ze de aansteker opnieuw. Deze blijkt 0,15 gram lichter te zijn geworden. Verder hebben ze gevonden dat $2,9 \cdot 10^6$ joule aan energie vrijkomt bij de volledige verbranding van 1,0 mol C_4H_{10} (aanstekergas).

- 5 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van C_4H_{10} .
 $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$
- 6 Bereken uit de resultaten van de bovenstaande proef hoeveel joule gemiddeld vrijkomt bij zo'n vlammetje. Neem daarbij aan dat 0,15 g C_4H_{10} volledig is verbrand.

40 vlammetjes verbruiken 0,15 g butaan. Per vlammetje is dat $\frac{0,15 \text{ g}}{40 \text{ vlammetjes}} = 3,75 \cdot 10^{-3}$ g butaan

$3,75 \cdot 10^{-3}$ g butaan komt overeen met $\frac{3,75 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{58,12 \text{ g/mol}} = 6,45 \cdot 10^{-5}$ mol

Bij de verbranding van $6,45 \cdot 10^{-5}$ mol butaan komt dus $6,45 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \times 2,9 \cdot 10^6 \text{ J/mol} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ J}$ vrij.

In de discussie geven André en Robbert aan dat de hoeveelheid energie die ze met hun gegevens hebben berekend, anders is dan de hoeveelheid energie die is vrijgekomen bij hun experiment. Dit leiden ze af uit de waarneming dat de vlammetjes geel van kleur waren.

- 7 Beredeneer hoe uit deze waarneming kan worden afgeleid dat de hoeveelheid energie die vrijkomt bij zo'n vlammetje anders is dan de in vraag 6 berekende energie.
Een gele (roetende) vlam wijst op onvolledige verbranding. Hierbij komt minder warmte vrij dan bij volledige verbranding (aangenomen bij de berekening).

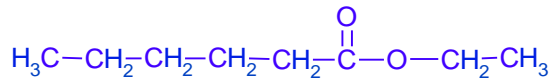
Bier brouwen (1.2, 1.3, 6.2, 6.4, 7.1,

Het brouwen van bier begint met de verwerking van gerst tot de zogenoemde mout. Mout is rijk aan zetmeel (amylose) en enzymen. De mout wordt vervolgens gemengd met water en opgewarmd. Onder invloed van de aanwezige enzymen reageert het zetmeel met een bepaalde stof tot maltose.

- 1 Met welke stof reageert zetmeel bij deze omzetting en welke functie hebben de enzymen daarbij? Maak gebruik van Binas (67A).
Noteer je antwoord als volgt:
stof die met zetmeel reageert: ... water of H_2O
functie van de enzymen: ... voorbeelden van een juist antwoord zijn
- enzymen versnellen de reactie
 - enzymen treden op als (bio)katalysatoren
 - enzymen maken de omzetting mogelijk.

Het mengsel dat tijdens de gisting is ontstaan, moet daarna nog enkele weken “narijpen” voordat het (na filtratie) als bier kan worden gedronken. Tijdens het narijpen ontstaan onder andere esters die het bier zijn speciale geur en smaak geven. Een voorbeeld van zo'n ester is de ester die ontstaat door reactie van hexaanzuur met ethanol.

- 8 Geef de structuurformule van deze ester.



Bromaat in mineraalwater (2.1, 5.1)

Enige jaren geleden ontstond in Engeland veel ophef toen bleek dat het mineraalwater van een bepaald merk een te hoge concentratie bromaat-ionen (BrO_3^-) bevatte. Bovendien bleek dat gewoon kraanwater was gebruikt om het mineraalwater te maken. De fabrikant van het mineraalwater gaf toe dat hij kraanwater had gebruikt, maar hij kon geen verklaring geven voor de te hoge concentratie bromaat-ionen.

Om het kraanwater te kunnen gebruiken voor de productie van mineraalwater had de fabrikant het kraanwater eerst gezuiverd.

Mineraalwater moet volgens de Engelse warenwet ten minste 60 mg calciumionen per liter bevatten. Daarom had de fabrikant per liter gezuiverd kraanwater 0,20 g calciumchloride toegevoegd.

- 1 Ga met behulp van een berekening na dat het zo verkregen water voldoet aan de norm van de Engelse warenwet.

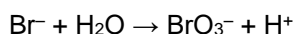
$$0,20 \text{ g CaCl}_2 \equiv \frac{0,20 \text{ g}}{110,98 \text{ g/mol}} = 1,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,80 \text{ mmol CaCl}_2$$

Daar 1 mmol $\text{CaCl}_2 \equiv 1 \text{ mmol Ca}$ volgt dat $1,80 \text{ mmol CaCl}_2 \equiv 1,80 \text{ mmol Ca}$

De fabrikant heeft zodoende $1,80 \text{ mmol} \times 40,08 \text{ mg/mmol} = 72 \text{ mg Ca}$ per L toegevoegd. Het verkregen water bevat meer dan 60 mg Ca/L en voldoet hiermee aan de norm.

Na het toevoegen van calciumchloride was het verkregen water gedesinfecteerd met ozon. Nader onderzoek wees uit dat de bromaat-ionen (BrO_3^-) waren ontstaan tijdens het desinfecteren met ozon. Dat kon alleen verklaard worden door aan te nemen dat een redoxreactie van ozon met bromide was opgetreden.

Bij deze reactie is ozon oxidator en zijn de bromide-ionen reductor. De halfreactie van de reductor is hieronder gedeeltelijk weergegeven.



- 2 In de vergelijking van deze halfreactie ontbreken e^- en coëfficiënten.

maak eerst de O-balans kloppend met H_2O , daarna de H^+ -balans met H^+ en de elektronen



Neem de vergelijking over, zet e^- aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

Hiermee was het ontstaan van bromaat-ionen verklaard, maar er moest nog een raadsel worden opgelost waar: kwamen de bromide-ionen vandaan?

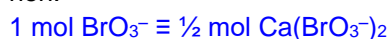
Uit onderzoek bleek al snel dat het door de fabrikant toegevoegde calciumchloride ($0,20 \text{ g L}^{-1}$) verontreinigd was met een zeer kleine hoeveelheid calciumbromide. Hierdoor bevatte het water na desinfecteren $25 \mu\text{g}$ bromaat-ionen per liter ($1 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ g}$).

- 3 Bereken hoeveel mol bromaat-ionen het gedesinfecteerde water per liter bevat.

$$25 \mu\text{g BrO}_3^- = 25 \cdot 10^{-6} \text{ g} \equiv \frac{25 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{127,9 \text{ g/mol}} = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

- 4 Bereken hoeveel gram calciumbromide aanwezig was in 0,20 g verontreinigd calciumchloride.

Neem aan dat bij de behandeling met ozon alle aanwezige bromide-ionen zijn omgezet tot bromaat-ionen.

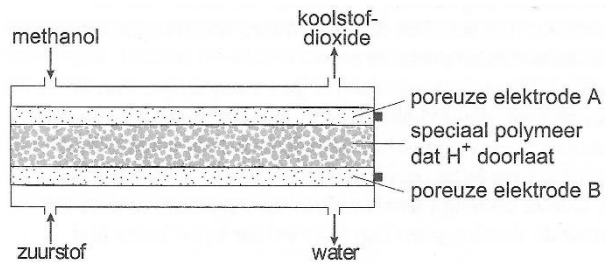


$$2,0 \cdot 10^{-7} \text{ BrO}_3^- \equiv \frac{1}{2} \times 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol Ca}(\text{BrO}_3^-)_2 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \times 199,88 \text{ g/mol} = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ g Ca}(\text{BrO}_3^-)_2$$

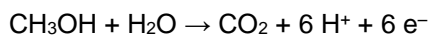
Microbrandstofcel (3,2 5.1, 5.2)

Een aantal bedrijven is bezig met de ontwikkeling van een microbrandstofcel die op termijn de batterij in een mobiele telefoon kan vervangen. In een microbrandstofcel reageren zuurstof uit de lucht en methanol (CH_3OH) met elkaar waarbij elektrische energie vrijkomt.

Een microbrandstofcel ziet er, sterk vergroot, schematisch als volgt uit:



De vergelijking van de halfreactie die plaatsvindt bij elektrode A is:



- 1 Is elektrode A de positieve of de negatieve pool van de microbrandstofcel? Motiveer je antwoord.

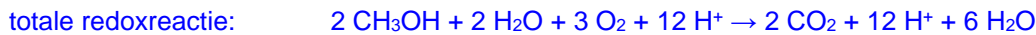
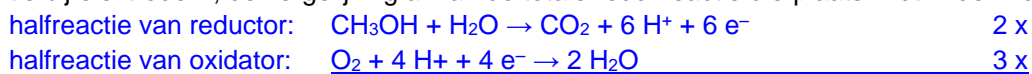
Elektrode A is de negatieve pool van de brandstofcel, want:

- methanol is een reductor die elektronen afstaat, of
- er is op de elektrode een elektronenoverschot, of
- er komen elektronen vrij bij de halfreactie.

De H^+ ionen die bij elektrode A ontstaan, bewegen door het polymeer naar elektrode B.

De vergelijking van de halfreactie van zuurstof die plaatsvindt bij elektrode B is vermeld in Binas (48).

- 2 Leid met behulp van de vergelijking van de halfreactie van zuurstof en de vergelijking van de halfreactie bij elektrode A, de vergelijking af van de totale redoxreactie die plaatsvindt in de microbrandstofcel.



In het materiaal waaruit de poreuze elektroden A en B bestaan, zijn katalysatoren verwerkt.

- 3 Geef aan wat de functie van een katalysator is.

Juiste antwoorden zijn:

- Om de reactie sneller te laten verlopen.
- Om de reactiesnelheid te vergroten.
- Om de reactie op gang te brengen.
- Zonder katalysator verloopt de reactie te langzaam.